

地上放送高度化に向けたホームゲートウェイの検討

大西 正芳 蛭間 信博 兜森 椋 永田 裕靖 河村 侑輝 大槻 一博 今村 浩一郎

NHK 放送技術研究所 〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

E-mail: oonishi.m-jc@nhk.or.jp

あらまし NHK では地上放送高度化に向け、放送と通信のシームレスな映像コンテンツの遷移や多様な端末での視聴を可能とする放送通信融合技術の研究を進めており、その受信技術として放送を通信に変換するゲートウェイの基本設計を検討している。このゲートウェイでは、受信システム内の復調部とその他の機能要素との疎結合化や多様な端末へのコンテンツ提供するために放送信号を相互運用性の高い配信方式へ変換することなどを基本的な役割として整理している。本稿では、ゲートウェイの基本的な役割、設計方針、基本モデル設計、および試作状況について報告する。

キーワード 地上放送高度化, メディアトランスポート, CMAF, MMT

The examination of the home gateway for advanced terrestrial broadcasting

Masayoshi ONISHI, Nobuhiro HIRUMA, Ryo KABUTOMORI, Hiroyasu NAGATA,
Yuki KAWAMURA, Kazuhiro OTSUKI, Koichiro IMAMURA

Science and Technology Research Laboratories, NHK 1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo, 157-8510 Japan

E-mail: oonishi.m-jc@nhk.or.jp

Abstract

For the evolution of terrestrial broadcasting services, NHK is advancing research on the integrated content distribution architecture using broadcasting and broadband communication. And then, as its receiver side technology, NHK is studying the basic design of the gateway that converts broadcasting to communication. This enables viewing on various terminals, as well as seamless transition of broadcasting and communication content. We organize that the basic role of this gateway is to loosely couple the demodulator in the receiving system with other functional elements, and to convert broadcast signals into a highly interoperable distribution method in order to provide content to various terminals. This paper reports on the basic role of the gateway, design policy, basic model design, and prototype status.

Keyword Advanced Terrestrial Broadcasting, Media Transport, CMAF, MMT

1. はじめに

地上放送の高度化に向けた検討が進められており、総務省情報通信審議会でも検討されている要求条件には、通信経路によるデータおよびコンテンツの取り込みや差し替え等による放送通信連携サービスについて考慮することなどが含まれている[1]。そこで、筆者らは、インターネットや Web 技術との高い親和性を目指した放送システムである放送通信融合アーキテクチャの検討を進めている。

筆者らは、これまでに新 4K8K 衛星放送に採用されているメディアトランスポート技術 MMT(MPEG Media Transport)[2]をベースにインターネットサービスでは主流となりつつある CMAF(Common Media Application)[3]形式でコンテンツを送信する CMAF/MMT[4]の検討を進めてきた。また、放送通信融合アーキテクチャの受信システム(復調部から提示までのシステム全体)として、放送信号で受信したコ

ンテンツをテレビ以外のスマートフォンやタブレットにも提供するホームゲートウェイ(以降、ゲートウェイ)について検討してきた。さらに、CMAFを受信できるゲートウェイの基本モデル検討と簡易な試作を行い[5]、ゲートウェイにより放送波の復調部がない視聴端末へ放送コンテンツを提供できることを示した。

今回、筆者らは改めてゲートウェイの基本的な要件を整理し、設計方針を検討した。そして、ゲートウェイの基本モデルの設計と、それに基づいた試作を進めた。本稿では、それら検討内容と試作を用いた検証について報告する。

2. ゲートウェイの検討

2.1. ゲートウェイの機能要件

米国の ATSC3.0 の Interactive Content[6]、欧州の DVB-HB(DVB Home Broadcast)[7]などにおいて、受信した放送コンテンツを家庭内で Web 規格により配信

できるゲートウェイの規格化が既に進められている。

今回、地上放送高度化に向けて、ゲートウェイが放送通信融合アーキテクチャの受信システムとして果たす基本的な要件を検討し、以下に示す3つに整理した。なお、本稿では受信システム内の構成要素について、デコーダやアプリケーション実行環境であるブラウザなどユーザの提示に関わる要素を視聴部と呼ぶこととし、復調部と区別している。

①方式変換

放送信号で受信したコンテンツをテレビだけでなくスマートフォンやタブレットなど放送波の復調部のない端末でも受信できるようにする。具体的には、スマートフォンなどで OTT サービスと同様の形式で受信できるようにフォーマット変換を行う機能を有する。放送と通信で受信形式を揃えることで、コンテンツが放送経由か通信経由かを意識せずに同一のプラットフォームで視聴することができる。また、放送波には映像や音声といったコンテンツの基本的な構成要素だけでなく、字幕、データ放送のような補完情報や、番組表、緊急信号などのメタデータも多重化されているため、これらもコンテンツと同様に配信することでスマートフォンなどにおいても従来と同様の放送サービス提供を可能とする。

②疎結合化

技術の進化に伴ってシステムをアップデート可能とするために、受信システム内の復調部とそのほかの要素を疎結合化させる。

従来のテレビではシステムを構成する各要素の依存関係が強く独立性が低い密結合となっている事例が見られ、例えば映像デコーダなどは従来の放送規格のコンテナやプロトコルに縛られるため、通信規格を利用する OTT サービスとの共用は難しい。ハイブリッドキャストについても、ブラウザをベースとした規格であるが、放送信号を制御するための独自 API を組み込み実装するため、既存の PC やスマートデバイス向けのブラウザを流用するよりも開発や機能更新などに検証コストがかかる。いずれも放送信号の復調からディスプレイ上での視聴に至るまでが密結合であるために生じる課題である。

ゲートウェイで復調部と視聴部を疎結合にすることで、受信システム内の復調部とそのほかの要素が独立してアップデート可能になる。

③抽象化

放送通信連携サービスにおいてテレビやスマートフォンなどの視聴部から見て、放送と通信という伝送路の区別をなくす。放送通信連携サービスの具体例としては、コンテンツ差し替え、映像解像度など品質補完などを想定しているが、これには、リアルタイム処

理が必要なため、視聴部の処理のみではサービス安定性に懸念がある。そこで、ゲートウェイ側で放送と通信からデータを取得し、所望の処理を実施して一つの映像データとして完成させれば、視聴部のコンテンツ再生処理を単純化でき、サービス安定性を高められる。

この実現には、通信も含めた複数の映像、音声、データを柔軟に構成するため構成情報や制御情報などのメタデータを放送局側から伝送することが必要となる。

2.2. ゲートウェイの設計方針

ゲートウェイの機能要件から、ゲートウェイの設計方針を以下の通りとした。

- ▶ 復調部と視聴部間の伝送方式には分散システム技術として広く採用されている IP、および Web 規格を採用する。
- ▶ 視聴部は Web 標準に準拠したブラウザ上で動作する HTML5 アプリを想定する。スマートフォンなどでも動作する HTML5 アプリを放送信号に多重して伝送する。
- ▶ 放送に多重化する際の映像、音声のコンテナ形式には IP、Web 技術を用いた映像配信サービスで主要なプラットフォームに採用されている CMAF とする。
- ▶ ゲートウェイで視聴部へ Web サーバから配信できるように復調部から多重分離した CMAF の映像、音声データをファイル化する。
- ▶ 視聴部へ映像、音声データを配信する構成情報には IP、Web 技術を用いた映像配信サービスで主要なプラットフォームに採用されている MPEG-DASH の MPD (Media Presentation Description) や HLS の m3u8 形式のプレイリストなどのマニフェストファイルを採用する。
- ▶ マニフェストファイルやゲートウェイの制御情報を放送信号に多重化する。

3. ゲートウェイの基本ブロック構成の検討と試作

上記の方針から設計した放送通信融合アーキテクチャの基本ブロック構成を図1に示す。このモデルは放送信号をうけるゲートウェイとブラウザで構成される。ゲートウェイは MMT 受信・多重分離部、キャッシュ、機能モジュール、配信サーバ、API サーバで構成される。ここで機能モジュールとはキャッシュ内にあるデータの制御、視聴アプリとのメタデータ通信などを行う機構である。この構成では、ゲートウェイとブラウザ間の通信を Web プロトコル (HTTP, WebSocket) とすることで復調部と視聴部の疎結合化を実現している。

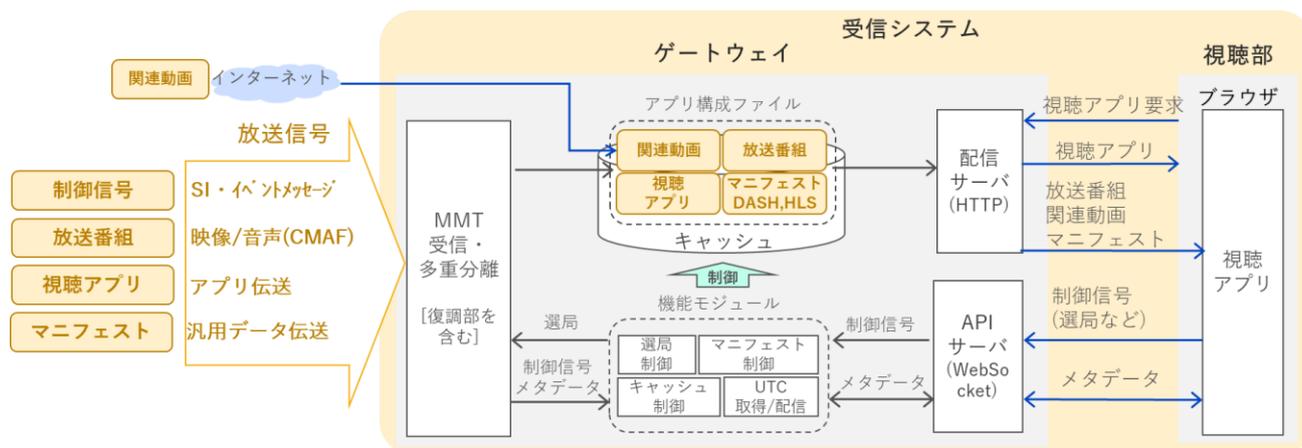


図1 放送通信融合アーキテクチャの基本モデル

基本モデルにおける信号の流れを説明する。放送信号には制御信号、放送番組、視聴アプリ、マニフェストファイルを多重化する。ゲートウェイは放送信号を多重分離し、放送番組、視聴アプリ、マニフェストファイルをアプリ構成ファイルとしてキャッシュに、制御信号を機能モジュールに転送する。アプリ構成ファイルは配信サーバを介してブラウザに配信する。ブラウザからまず視聴アプリが要求され、マニフェストファイル、放送番組の順に配信される。ゲートウェイの機能モジュールは放送信号からの制御信号または視聴部からの制御信号を受信すると各サービスを実施するため、機能モジュールを介してアプリ構成ファイルを制御する。視聴部からゲートウェイへはAPIを通して、制御やデータ共有が可能であり、例えば選局や同期サービス用クロックの共有などの利用を想定する。表1に基本モデルの技術要素を列挙する。

ファイルで扱うため、ザッピング応答の体感を損なう可能性がある。この課題の検証のため、視聴部から選局を指示できるAPI（選局API）を実装したゲートウェイを試作した。

4. 選局機能の検証

試作ゲートウェイ検証の系統図を図2に示す。なお、本ゲートウェイの試作においては放送波の復調部は実装せず、代わりに信号源としてソフトウェアで構成したCMAF/MMTストリーマを用いた。

表1 基本モデルの技術仕様

ゲートウェイが想定する放送信号の仕様		
	メディアトランスポート方式	MMT
	映像・音声のコンテナ形式	CMAF
多重化方式	視聴アプリ	アプリケーション多重
	マニフェストファイル	SI*多重または汎用データ伝送
	ゲートウェイ制御情報	SI*多重、汎用データ伝送またはイベントメッセージ
ゲートウェイと視聴部間の通信方式		
	アプリ構成ファイル	HTTP または HTTPS
	制御情報	WebSocket

*SI: Signaling Information

このモデルの課題としては、映像データを分割したフ

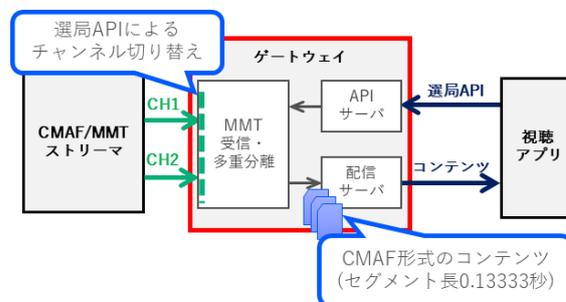


図2 試作ゲートウェイのシステム図

CMAF/MMT ストリーマは、CMAF 形式の放送コンテンツを MMT に多重化して UDP/IP パケットで伝送する。チャンネル切り替えを想定して CMAF/MMT ストリーマから CMAF/MMT を 2 ストリーム出力した。ゲートウェイは、受信した CMAF/MMT を多重分離し、CMAF 形式を維持したまま配信サーバのキャッシュ上にファイル化し、視聴アプリに配信サーバを介して HTTP プロトコルで配信する。選局 API により、2 つのチャンネル(CH1 と CH2)を切り替える。選局 API は WebSocket で実装した。

視聴アプリは iPad の Safari 上で動作させ、ゲートウェイと視聴アプリ間の配信方式は HLS とした。

図3に試作システムの選局に伴うシーケンスを示す。なお、このシーケンスは単一チューナーでの選局を模擬している。ゲートウェイは、視聴アプリから選局指示を受けると、これまで受信していたすべてのファイルを初期化する。その後、選局したチャンネルのCMAF/MMT から映像・音声データのヘッダー情報にあたるインシャライゼーションファイルと映像・音声データ本体の情報にあたるセグメントファイルを受信し、映像・音声データの構成情報であるマニフェストファイルを生成する。セグメントファイルはあらかじめ指定する時間の長さでファイル化される。視聴アプリはゲートウェイから、マニフェストファイル、セグメントファイルの順に取得し、セグメントファイルを逐次取得しながら再生を開始する。

映像データは、新 4K8K 衛星放送と同じ GOP 長 32 フレーム(約 0.5 秒)、フレームレート 60fps、CMAF のチャンク長は映像符号化の構造を考慮して 8 フレーム(0.13333 秒)とした。セグメントファイル一つの時間長は CMAF チャンク単位とした。

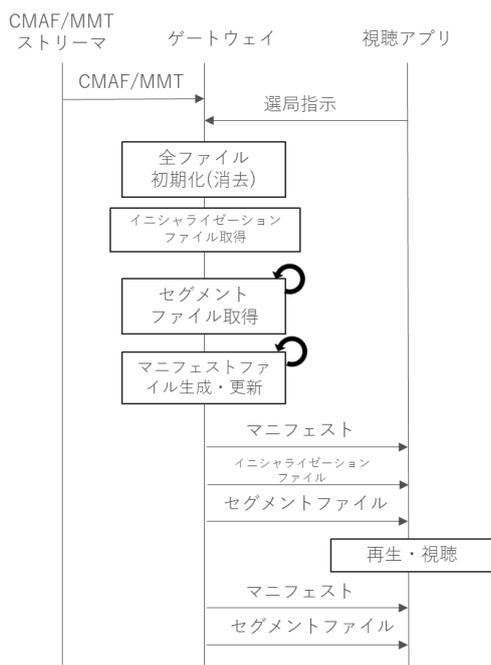


図3 試作システムのシーケンス図

試作ゲートウェイを用いて①視聴アプリから選局し再生できること、②選局ザッピングの応答時間の 2 点を検証した。

①については、視聴アプリから選局 API を実行した結果、選局を切り替えたのちにもう一方のチャンネルを再生し、設計に基づく実装でねらいどおりに動作することを確認した。②については、ザッピング応答時間を計測した結果、およそ 2 秒であった。

Safari における HLS は、マニフェストファイルを指定するのみで受信できる一方で、バッファ制御をアプリ開発者が細かくプログラミングすることはできない。そのため、デコーダがどの程度バッファを蓄積してから再生を開始するかはブラウザ内部の実装に依存する。GOP 長が 0.5 秒の場合、バッファせずに再生を開始できるのであれば原理的にはザッピング応答を 0.5 秒以内にできる可能性があると考えている。一方、CMAF を用いた別の実装としては MPEG-DASH がある。MPEG-DASH のブラウザ再生では W3C が規定したバッファ制御仕様 Media Source Extensions(MSE)を使用する。MSE は細かなバッファ制御を行えるため、HLS よりもザッピング応答時間を短くできる可能性がある。MSE を用いた検証は今後の取り組みとしたい。

5. まとめ

本稿では、放送信号で受信したコンテンツを通信コンテンツと同様のフォーマットに変換して伝送するゲートウェイについて、機能要件の検討と試作、選局機能の検証について報告した。ゲートウェイの要件として、方式変換、疎結合化、抽象化の 3 つを示した。映像データのファイル化によりザッピング応答の低下の懸念があったが、従来のテレビと遜色ない性能となる可能性を試作により確認した。引き続き、放送高度化に向けた研究開発を進める。

なお、本報告の一部は、総務省の周波数逼迫対策のための技術試験事務「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討（新たな放送サービスの実現に向けた調査検討）」にて実施した。

文 献

- [1] 総務省 情通審 放送システム委員会 参考資料「地上デジタルテレビジョン方式の高度化の要求条件」：
https://www.soumu.go.jp/main_content/000770384.pdf
- [2] ARIB STD-B60：“デジタル放送における MMT によるメディアトランスポート方式” (July 2014)
- [3] ISO/IEC 23000-19：“Multimedia application format (MPEG-A) Part 19: Common media application format (CMAF) for segmented media” (Jan. 2018)
- [4] 河村侑輝他：“地上放送高度化に向けた CMAF 対応の検討” 映像学技報, vol.45, No.5, BCT2021-15 (Feb. 2021)
- [5] 大西正芳他：“地上放送高度化に向けたホームゲートウェイの試作と課題” 映像学技報, vol.45, No.10, BCT2021-25 (Mar. 2021)
- [6] ATSC A/344：“ATSC 3.0 INTERACTIVE CONTENT”,
<https://www.atsc.org/atsc-documents/3442017-atsc-3-0-interactive-content/>
- [7] DVB BlueBook A179：“DVB-HB Service discovery and delivery protocols for a DVB Home Broadcast system”